

À propos des investissements fixes des entreprises du modèle CANDIDE

On business fixed investments in the CANDIDE model

Gérard Gaudet et Philippe Rouzier

Volume 52, numéro 1, janvier–mars 1976

Le modèle CANDIDE (partie 3)

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/800656ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/800656ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)

1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Gaudet, G. & Rouzier, P. (1976). À propos des investissements fixes des entreprises du modèle CANDIDE. *L'Actualité économique*, 52(1), 53–64. <https://doi.org/10.7202/800656ar>

Résumé de l'article

The purpose of this paper is to comment on the investment equations of the CANDIDE model. The formulation of these equations is based on Jorgenson's theory of investment which is frequently used as a basis for investment expenditures analysis.

In the first two sections the authors endeavour to situate Jorgenson's model with respect to other approaches to investment theory. The last two sections contain, first, an evaluation of the way the Jorgenson's model has been adapted and, secondly, an evaluation of the problem of estimation and stability of the investment model.

À PROPOS DES INVESTISSEMENTS FIXES DES ENTREPRISES DU MODÈLE CANDIDE

Dans cet article, nous nous proposons de commenter les équations d'investissements du modèle CANDIDE¹. La formulation de ces équations se fonde sur la théorie de l'investissement développée par Jorgenson². Cette dernière se retrouve fréquemment à la base des analyses portant sur les dépenses d'investissement. Une telle popularité n'étant pas nécessairement synonyme d'exactitude, nous avons donc cru bon de présenter au lecteur un aperçu plus complet que ce qu'on trouve habituellement dans la littérature au sujet du modèle néo-classique de Jorgenson.

Dans les deux premières sections nous tentons de situer le modèle Jorgenson par rapport aux autres approches de la théorie de l'investissement. Les deux dernières sections évaluent, d'une part, la façon dont a été réalisée, dans CANDIDE, l'adaptation du modèle de Jorgenson et, d'autre part, les problèmes d'estimation et de stabilité du modèle d'investissements.

— I —

Les modèles de comportement de l'entreprise en matière d'investissements fixes diffèrent quant aux hypothèses de base et aux variables utilisées pour les représenter. De nombreuses analyses empiriques nous permettent cependant de retenir deux facteurs explicatifs prépondérants, à savoir le niveau de production et la disponibilité des moyens de financement.

1. Derek A. White, *Les investissements fixes des entreprises dans le modèle 1.0*, cahier n° 5 du projet CANDIDE, Conseil Economique du Canada, février 1974.

2. Citons, notamment, D.W. Jorgenson, « Capital Theory and Investment Behavior », *American Economic Review*, mai 1963 ; D.W. Jorgenson et J.A. Stephenson, « Investment Behavior in U.S. Manufacturing », *Econometrica*, avril 1967 ; R.E. Hall et D.W. Jorgenson, « Application of the Theory of Optimum Capital Accumulation », dans Fromm, G. (éd.) : *Tax Incentives and Capital Spending*, The Brookings Institution, Washington, 1971.

Le niveau de production apparaît comme une variable significative dans à peu près tous les modèles. Cette variable est très importante, notamment dans les modèles qui considèrent les dépenses d'investissements comme étant déterminées via l'accélérateur. Le stock de capital désiré y est considéré comme proportionnel au volume de production et, par conséquent, les dépenses d'investissements sont proportionnelles aux variations du volume de production³. L'un des défenseurs de cette théorie est Eisner, qui propose une théorie du revenu permanent pour l'investissement⁴. Un bon nombre d'autres modèles sont basés également sur le principe de l'accélérateur flexible⁵. Souvent, le niveau de production peut y être justifié en tant qu'élément déterminant du taux d'utilisation de la capacité. Lorsque ce dernier est introduit explicitement comme variable dans la détermination du taux d'investissement, il apparaît presque toujours très significatif.

Dans le modèle de Jorgenson, par contre, le volume de production n'apparaît comme une des variables explicatives du stock de capital désiré que de façon multiplicative, en combinaison avec le rapport du prix du bien produit au prix implicite du service du capital. Le rapport capital/output n'est donc pas constant comme c'est le cas dans les modèles basés strictement sur le principe de l'accélérateur, mais peut varier avec le rapport des prix. Le niveau de production ne peut pas non plus y être justifié comme élément déterminant du taux d'utilisation de la capacité. En fait, la manière précise dont il apparaît n'est pas indépendante de l'hypothèse, adoptée par Jorgenson, de rendements d'échelle constants et d'élasticité de substitution unitaire⁶.

Alors que la plupart des modèles corroborent la valeur explicative du

3. La première formalisation du modèle de l'accélérateur remonte à J.M. Clark, « Business Acceleration and the Law of Demand. A Technical Factor in Economic Cycles », *Journal of Political Economy*, mars 1971 ; J.B. Chenery, « Overcapacity and the Acceleration Principle », *Econometrica*, janvier 1972 ; L.M. Koyck, *Distributed Lags and Investment Analysis*, North-Holland, Amsterdam, 1954, sont à l'origine du modèle moderne de l'accélérateur flexible.

4. R. Eisner, « A Permanent Income Theory for Investment », *American Economic Review*, juin 1967.

5. Voir en particulier E. Kuh, *Capital Stock Growth : A Microeconomic Approach*, North-Holland, Amsterdam, 1963 ; M.K. Evans, « A Study of Industry Investment Decisions », *Review of Economics and Statistics*, mai 1967 ; B. Hickman, *Investment Demand and U.S. Economic Growth*, The Brookings Institution, Washington, 1965.

6. Jorgenson a récemment tenté de justifier cette description Cobb-Douglas de la technologie en se basant sur les nombreuses études empiriques des phénomènes de rendements d'échelle et d'élasticité de substitution. Voir D.W. Jorgenson, « Investment Behavior and the Production Function », *The Bell Journal of Economics and Management Science*, printemps 1972. Il faut noter que plusieurs études empiriques imposent, par contre, de façon soit explicite soit implicite, une fonction de production à coefficient fixe, et donc à élasticité de substitution nulle. C'est le cas, par exemple, d'Eisner, *op. cit.*, et des modèles qui spécifient le stock de capital désiré comme strictement proportionnel au niveau de production.

volume de production, il n'en est pas de même pour l'autre facteur explicatif important que nous avons mentionné plus haut, à savoir la disponibilité des moyens de financement. L'entreprise, au moment de procéder à de nouveaux investissements, peut choisir entre un financement interne et un financement externe. La question qui se pose dès lors est celle de savoir si la méthode de financement peut influencer le coût du capital⁷. Si la réponse est affirmative la politique de dividende de l'entreprise et sa structure financière pourraient déterminer en partie le coût du capital. Dans un tel cas, les variables qui pourraient représenter la liquidité de l'entreprise devraient jouer un rôle important dans la détermination du taux d'investissement. On fait face alors à deux thèses différentes sur la théorie du financement de l'entreprise. D'une part, il y a la théorie qui veut que le coût du financement interne soit moins élevé que le coût du financement externe⁸. Cette théorie pourrait très bien se justifier même dans un cadre néo-classique. On ferait alors appel aux coûts de transactions, certes pas négligeables, que pourrait impliquer une nouvelle émission d'obligations ou d'actions. D'autre part, il y a le fameux théorème de Modigliani-Miller selon lequel le coût du capital serait indépendant des politiques financières de l'entreprise et du mode de financement⁹.

Plusieurs analyses empiriques de l'investissement sont fondées sur la première de ces théories. On y introduit sous une forme quelconque une variable représentant la liquidité de l'entreprise¹⁰. Dans le modèle de Jorgenson, par contre, comme dans les modèles inspirés de celui-ci, la seule variable reliée à la disponibilité du financement est une mesure du coût du financement externe, qui apparaît explicitement dans le calcul du loyer du capital¹¹. La question devient donc empirique et, de l'avis de bon nombre d'économistes, le véritable test de ces deux hypothèses reste à élaborer.

7. Le terme « coût du capital » est habituellement utilisé pour dénoter le coût de financement, tandis que le « prix du service du capital » ou le « loyer du capital » se réfèrent au capital physique.

8. Voir en particulier J. Meyer et E. Kuh, *The Investment Decision*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1957 ; J.S. Duesenberry, *Business Cycles and Economic Growth*, McGraw-Hill, New York, 1958.

9. F. Modigliani et M.H. Miller, « The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment », *American Economic Review*, juin 1958.

10. Retenons en particulier E. Kuh, *op. cit.*, de même que E. Kuh, « Theory and Institutions in the Study of Investment Behavior », *American Economic Review*, mai 1963 ; J. Meyer et R. Glauber, *Investment Decisions, Economic Forecasting, and Public Policy*, Graduate School of Business Administration, Harvard University, Boston, 1954 ; M.K. Evans, *op. cit.*

11. La mesure du coût du capital qui découle logiquement du théorème Modigliani-Miller est une moyenne pondérée du taux de rendement sur le capital-action et du taux d'intérêt sur l'obligation à long terme. Dans le modèle CANDIDE le coût du capital est mesuré par le rendement moyen de dix obligations industrielles de McLeod, Young et Weir, et néglige le taux de rendement sur capital-action.

Comme le laisse entrevoir ce trop bref survol ¹², la controverse persiste quant à la nature exacte du processus de détermination des dépenses d'investissements. Ce qui paraît encore plus frappant c'est que chacune de ces approches met l'accent sur différents moyens de stimuler l'investissement. C'est ainsi que dans le cas où les dépenses d'investissement sont proportionnelles aux variations du niveau de production, la meilleure manière de stimuler l'investissement serait d'accroître la demande globale par les mesures fiscales ou monétaires habituelles. Si l'on considère, par contre, une mesure quelconque de la liquidité de l'entreprise comme une variable prédominante, alors l'impôt sur le profit des sociétés semble d'un impact plus direct. Si l'on se base sur le modèle de Jorgenson, on misera plutôt sur les paramètres fiscaux tels le taux d'imposition des profits, les crédits à l'investissement, ou les règles de dépréciation, qui agissent directement sur les prix relatifs, via le loyer du capital.

— II —

La théorie de l'investissement développée par Jorgenson a comme fondement la théorie néo-classique de l'accumulation optimale du capital, dont on fait remonter l'énoncé explicite à Irving Fisher ¹³. Essentiellement, cette théorie retient comme critère d'accumulation optimale la maximisation de l'utilité retirée des flux de consommation future résultant du capital accumulé. Le stock de capital retire donc sa valeur du fait qu'on en anticipe un rendement sous la forme d'un flux de consommation future (ou de revenu futur). Cette valeur se calcule en actualisant la valeur de ces flux. Sous certaines hypothèses on peut alors démontrer que le problème d'accumulation optimale se subdivise en deux étapes distinctes : la première au cours de laquelle le plan de production est établi de manière à maximiser la valeur présente de l'entreprise productrice ; la seconde au cours de laquelle la décision de consommer ou d'épargner est prise indépendamment pour maximiser l'utilité du flux de consommation future, étant donné la valeur présente déterminée par le plan de production. L'étude du problème d'un plan de production en fonction de la maximisation de la valeur présente constitue la théorie de l'investissement néo-classique.

La valeur présente de l'entreprise est définie comme la somme actualisée des *cash flows* anticipés. Le *cash flow* étant égal aux recettes moins les dépenses au compte courant et au compte capital, la valeur

12. Pour un survol plus complet, voir P.J. Lund, *Investment: The Study of an Economic Aggregate*, Holden Day, San Francisco, 1971, ou encore D.W. Jorgenson, « Econometric Studies of Investment Behavior: A Survey », *Journal of Economic Literature*, décembre 1971.

13. J. Fisher, *Theory of Interest*, Macmillan, London, 1930.

présente de l'entreprise s'écrit donc, dans sa formulation continue, comme :

$$V = \int_0^{\infty} e^{-rt} \{p(t) Q(t) - w(t) L(t) - q(t) I(t)\} dt$$

où :

$Q(t)$ = le volume de production au temps t

$L(t)$ = la main-d'œuvre employée au temps t

$I(t)$ = l'investissement brut au temps t

$p(t)$ = le prix anticipé du produit au temps t

$w(t)$ = le taux de salaire anticipé au temps t

$q(t)$ = le prix anticipé des biens d'investissement au temps t

r = le taux d'actualisation, égal au coût du capital (que nous prenons comme constant pour plus de simplicité).

Le problème revient à établir, au temps zéro, un plan d'investissement de manière à maximiser V sujet à la fonction de production :

$$Q(t) = F(K(t), L(t))$$

et à la contrainte

$$\dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t)$$

Cette dernière relation nous dit que l'investissement net, $\dot{K}(t)$, est égal à l'investissement brut moins l'amortissement physique au taux δ du stock de capital.

Il s'agit là d'un problème d'optimisation dynamique, qui nécessite des outils tels que le calcul des variations ou la commande optimale. En appliquant les conditions nécessaires du calcul des variations on s'aperçoit, toutefois, qu'elles se ramènent aux conditions de maximisation des profits :

$$\partial Q(t) / \partial K(t) = c(t) / p(t) \quad \text{et} \quad \partial Q(t) / \partial L(t) = w(t) / p(t)$$

où :

$$c(t) = [r + \delta - \dot{q}(t) / q(t)] q(t)$$

est le loyer implicite du capital, ou le prix à imputer à chaque période au service du capital. Le problème dynamique d'accumulation optimale se réduit donc au problème statique habituel de maximisation des profits. Autrement dit, en maximisant continuellement ses profits à chaque période, l'entreprise maximise sa valeur présente.

Si on spécifie en plus, comme le fait Jorgenson, une technologie conforme à une fonction de production Cobb-Douglas, on vérifie aisément que le stock de capital désiré peut s'écrire comme :

$$K^*(t) = \alpha [p(t)/c(t)] Q(t)$$

où α représente l'élasticité de $Q(t)$ par rapport à $K(t)$.

Notons que cette relation détermine le stock de capital désiré, mais non le taux d'investissement qui est, par définition, un flux. Par ailleurs, les ajustements du stock de capital ne se feront pas de façon instantanée, si ce n'est que pour des raisons d'ordre technique tels les délais de livraison et les délais d'installation. Si donc on spécifie qu'une fraction λ du changement désiré à chaque période sera effectuée au cours de cette période, on obtient :

$$I(t) - \delta K(t) = \lambda [K^*(t) - K(t)]$$

ce qui nous donne la relation recherchée entre le taux d'investissement et les variables explicatives du stock de capital désiré.

Nous sommes maintenant en mesure de mettre en relief les principales hypothèses de la théorie de l'investissement de Jorgenson.

a) Outre l'hypothèse de concurrence parfaite sur les marchés des biens et des facteurs de production, le modèle suppose un marché de capitaux parfait. C'est cette dernière hypothèse qui permet de spécifier le coût du capital comme étant égal au coût de financement externe. En d'autres mots, le coût du capital est égal au taux de rendement du marché, indépendamment du mode de financement. Toute considération au sujet de variables représentant la structure financière de l'entreprise, ou la possibilité de choix entre le financement interne et le financement externe, est exclue par cette hypothèse.

b) Le modèle suppose que l'entreprise agit en tout temps dans le but de maximiser ses profits. Ceci peut sans doute constituer une bonne hypothèse de travail pour plusieurs secteurs industriels. Par contre, si l'on songe aux secteurs sujets à réglementation, il n'est pas clair que le modèle demeure applicable sans modifications majeures.

c) Une dernière hypothèse sous-jacente au modèle de Jorgenson est que l'entreprise peut modifier à son gré le rapport capital/travail sans contraintes technologiques et sans coûts additionnels. Il y a donc possibilité parfaite de substitution des facteurs aussi bien *ex post* qu'*ex ante*. Nous reviendrons plus loin sur les implications d'une telle hypothèse.

— III —

Le sous-modèle d'investissements du modèle CANDIDE repose sur la théorie de l'investissement de Jorgenson telle que présentée plus haut. Nous notons cependant deux modifications qui y ont été apportées¹⁴.

14. D. White, *op. cit.*, pp. 17-24.

Dans le modèle de Jorgenson la détermination du stock de capital désiré n'exige que la connaissance des prix de la période courante. L'entreprise peut se permettre d'être « myope » : à chaque période elle choisira ses facteurs de production pour la maximisation de ses profits en ne considérant que les prix courants. Les anticipations sur les prix n'ont aucune importance. Ceci est une conséquence logique de l'hypothèse de substitution parfaite *ex post* et *ex ante* (ce que l'on appelle parfois une technologie « *putty-putty* »). En effet, si, même après l'installation de son équipement, l'entreprise pouvait réagir aux moindres variations dans les rapports des prix en variant librement, et sans coûts, le rapport capital/travail, elle n'aurait aucune raison de s'intéresser à l'évolution future des rapports de prix. Le fait que bon nombre de modèles d'investissements retiennent cette hypothèse explique en partie le peu d'impact qu'a eu jusqu'à ce jour la théorie des anticipations sur la théorie et l'estimation des fonction d'investissement.

On a toutefois maintes raisons de croire que les contraintes technologiques font que les possibilités de substitution *ex post* sont très limitées¹⁵. De plus, le fait même d'ajuster le stock de capital peut entraîner des coûts supplémentaires s'ajoutant aux dépenses directes requises pour l'achat des nouveaux biens d'investissement¹⁶.

Dans l'estimation du sous-modèle d'investissement de CANDIDE, des modifications sont de fait introduites pour tenter de tenir compte des possibilités limitées de substitution *ex post*. Etant donné que dans ce contexte *putty-clay* il n'est plus possible pour l'entreprise de modifier à volonté le rapport capital/travail une fois établi son choix initial de technologie, il est clair que l'entreprise voudra tenir compte des taux de changements anticipés dans les prix relatifs sur la période pour laquelle l'équipement sera en place.

Vue dans cette perspective, la théorie dicte donc un rôle primordial aux anticipations de prix dans la détermination des dépenses d'investissement. Il devient donc doublement important d'en tenir compte lors de l'estimation¹⁷. Dans CANDIDE les auteurs s'en tirent en faisant l'hypothèse d'anticipations statiques. Les prix anticipés pour la période t sont alors ceux de la période zéro. Ce qu'il faut, évidemment, faute d'obser-

15. C.W. Bischoff, « The Effect of Alternative Lag Distributions », dans Fromm, G. (éd.) : *Tax Incentives and Capital Spending*, The Brookings Institution, Washington, 1971, utilise un modèle qui modifie le modèle de Jorgenson pour tenir compte de cette réalité.

16. J.P. Gould, « Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm », *Review of Economic Studies*, janvier 1968, démontre très bien comment l'introduction de coûts d'ajustement fait que l'entreprise ne peut plus se permettre de négliger l'évolution future des prix lors des prises de décisions d'investir.

17. Une tentative dans cette direction a été faite par Ando, A., *et al.*, « On the Role of Expectations of Price Changes and Technological Change in an Investment Function », mimeo, mars 1971.

vations sur les prix anticipés, serait la spécification d'une théorie des anticipations, sujet qui comporte ses propres difficultés. Le sujet est cependant d'importance, et son développement ne pourra qu'améliorer la spécification des modèles d'investissements.

Un second point sur lequel le modèle CANDIDE s'éloigne quelque peu de Jorgenson est celui du calcul du loyer implicite du capital. Les résultats dérivés dans la section II à partir du modèle de Jorgenson faisaient abstraction de tout élément de fiscalité. Dans la réalité, les paramètres fiscaux tels le taux d'imposition des profits et les règles d'amortissement apparaissent pourtant explicitement dans le calcul du loyer du capital¹⁸. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, ce sont d'ailleurs là les principales variables de contrôle sur l'investissement que fait ressortir le modèle néo-classique. Il est difficile de se prononcer à priori sur l'effet que peut avoir sur le modèle estimé le fait de ne pas prendre ces paramètres fiscaux en considération. Une chose est cependant certaine : en les négligeant, les auteurs de CANDIDE se privent de variables instrumentales susceptibles d'influencer l'évolution à long terme de l'économie. C'est là un autre domaine de recherche susceptible d'améliorer la spécification du modèle.

— IV —

Conscient des difficultés qui peuvent émerger d'un modèle de si grande taille, nous nous bornerons dans cette section à commenter deux points qui nous paraissent importants, à savoir la fiabilité statistique et la stabilité du bloc des équations d'investissements.

Il est de mise en économétrie d'effectuer une estimation en partant du principe que toute l'information concernant les paramètres est contenue dans l'échantillon utilisé. Ceci reste valable pour un modèle regroupant plusieurs équations. Toute information à priori résultant d'un raisonnement économique doit autant que possible être incorporée dans le modèle, soit au stade de l'estimation des paramètres, soit au stade de la simulation. Par contre, si le devoir de l'économetre est de tirer le maximum d'information de l'échantillon, cela n'implique pas toujours une augmentation démesurée du nombre de variables explicatives. Une contrainte impérieuse est celle du nombre de degrés de liberté qui conditionne en partie la fiabilité statistique des estimations.

Dans le cas qui nous occupe, le nombre parfois exagéré de variables retardées dans les équations d'investissements suggère un doute quant à la valeur statistique des coefficients obtenus. Nous pensons que la procé-

18. Les expressions exactes sous diverses formules de taxation peuvent être trouvées dans R.E. Hall et D.W. Jorgenson, *op. cit.*

dure de S. Almon ¹⁹, avec si peu de données (annuelles), introduit trop d'incertitude dans l'interprétation des coefficients. Il paraît évident que les auteurs recherchent le maximum d'information dans l'échantillon. Par contre, ils se privent de la possibilité de tirer le maximum des résultats.

Tout en gardant les mêmes spécifications nous suggérerions la méthode en deux étapes de Zellner ²⁰ dont le double avantage est de permettre le regroupement des secteurs ayant la même forme structurelle et de fournir un test d'agrégation indiquant si les secteurs appartenant à un même groupe réagissent de façon homogène aux facteurs explicatifs.

La méthode de Zellner consiste en l'estimation efficiente d'un système non simultané d'équations (en nombre M) :

$$y_j = X_j \beta_j + \mu_j, \quad j = 1, \dots, M \quad (1)$$

Désignons par Σ la matrice de covariance contemporaine ²¹ des μ_j . Si nous regroupons les équations (1) sous une forme matricielle nous obtenons :

$$Y = X\beta + \mu \quad (2)$$

où :

$$Y' = [y_1, \dots, y_M], \quad \beta' = [\beta_1, \dots, \beta_M], \quad \mu' = [\mu_1, \dots, \mu_M]$$

et

$$X = \begin{bmatrix} X_1 & & & \\ & \ddots & & \\ 0 & & \ddots & 0 \\ & & & X_M \end{bmatrix}$$

Pour $\Sigma_{\mu\mu}$ défini comme ²² :

$$\Sigma_{\mu\mu} = \Sigma \times I,$$

19. S. Almon, « The Distributed Lag Between Capital Appropriations and Expenditures », *Econometrica*, vol. 30, 1965.

20. A. Zellner, « An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias », *Journal of the American Statistical Association*, vol. 57, 1962.

21. La matrice de covariances contemporaine Σ est définie comme :
 $\Sigma = [\sigma_{jt}']$ où $\sigma_{jt}' = E(\mu_{jt}' \cdot \mu_{jt})$, $t = 1, \dots, T$.

En d'autres mots, Σ est indépendante du temps ; elle est de dimension $(M \times M)$.

22. Le signe \times désigne un produit de Kronecker. Un élément particulier de Σ est $0_{jt}' \cdot I$. Chaque élément de Σ est multiplié par la matrice unitaire I de dimension $(T \times T)$.

il s'ensuit que le système (2), vu comme une seule équation, peut être estimé par moindres carrés généralisés de Aitken²³. La procédure de Zellner consiste plus spécifiquement à rechercher, en une première étape, un estimateur efficient de Σ en utilisant les résidus $\hat{\mu}_j$ obtenus par moindres carrés ordinaires de chaque équation dans (1). Zellner montre qu'il y a un gain d'efficiencia par rapport aux moindres carrés ordinaires. De plus, un test d'agrégation, dont l'hypothèse nulle est :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_M$$

peut aisément être déduit si l'on suppose la normalité des résidus. Ce test est équivalent à un test F sur les β_j ou un test de rapport de vraisemblance.

Les auteurs du modèle CANDIDE ont été amenés à spécifier les mêmes équations pour des secteurs aussi hétérogènes que l'agriculture et les finances, par exemple. L'approche de Zellner leur permettrait d'asseoir sur des bases statistiques leur propre auto-critique d'une même spécification pour des secteurs hétérogènes.

Un second point qu'il nous paraît opportun de soulever est celui de la stabilité du bloc « investissements ». Une première constatation est que la demande d'investissement est dérivée indépendamment de la demande d'emploi influençant la productivité et les prix. Il n'est, par conséquent, pas évident que tous les blocs constituent ensemble un modèle menant à des solutions de simulation logiques sur toute la période analysée. Si ce raisonnement est valable, et nous pensent qu'il l'est, une méthode efficiente d'estimation peut ne pas fournir pour autant une structure qui simule correctement les valeurs passées des variables endogènes. Dans le même ordre d'idées, quand les auteurs nous montrent les résultats de la simulation du bloc des investissements en mentionnant que le reste du modèle est tenu exogène, ceci exprime une vue très partielle du fonctionnement de CANDIDE.

La question qui se doit d'être posée est la suivante : à supposer même que les équations d'investissements soient satisfaisantes, les interactions à l'intérieur du modèle global peuvent-elles mener à des évolutions instables de ces mêmes équations ? Dans le cahier n° 1 de CANDIDE nous constatons que les investissements sont instables à partir de 1965 lorsque les autres blocs sont rendus endogènes. Les auteurs attribuent cette instabilité, dangereuse pour les prévisions, à la négligence des anticipations sur les prix. C'est un point que nous avons déjà soulevé dans les sections précédentes. Ce que nous voulons mettre en exergue ici est que l'ajout d'une variable d'anticipations, avec un effet positif sur le niveau des investissements, contribuerait à une compensation négative

23. Voir H. Theil, *Principles of Econometrics*, John Wiley and Sons, Inc., Toronto, 1971.

du coefficient α (équation 12 du cahier n° 5), introduisant simultanément la limitation sur la possibilité de substitution *ex post* des facteurs, et une plus forte stabilité du système. Concernant la substitution de facteurs nous ne faisons qu'exprimer à nouveau les arguments des auteurs. Quant à la stabilité du système, il serait bon d'explicitier un peu plus notre argument.

Phillips²⁴ a montré que, dans un modèle simple à accélérateur, le coefficient de cet accélérateur dans la fonction d'investissement est de signe opposé à ce qu'il appelle une politique dérivative. Cette politique serait une correction δ à apporter à l'output Q et égale à²⁵ :

$$\delta = \eta \cdot \dot{\Delta}Q, \quad \eta > 0$$

Phillips démontre que ce type de correction a de fortes propriétés de stabilisation sur un modèle dynamique. Il s'ensuit que α , dans l'équation (12) du cahier n° 5, étant positif, il contribue à déstabiliser le système. Par conséquent, un α plus faible serait un facteur déterminant de stabilité.

Il est également possible d'augmenter la stabilité du modèle tout en gardant les mêmes spécifications, c'est-à-dire sans devoir ajouter une variable d'anticipations. Il s'agirait de modifier le coefficient estimé $\hat{\alpha}$ de manière à réduire les erreurs moyennes des variables endogènes²⁶. Considérons un modèle économétrique en général :

$$y_{jt} = f_j(Y_{t-i}, X_{t-k}, \eta) \quad \begin{matrix} j = 1, \dots, M \\ t = 1, \dots, T \end{matrix} \quad (3)$$

où y_{jt} est la $j^{\text{ième}}$ variable endogène au temps t , Y_{t-i} l'ensemble des endogènes courantes ($i = 0$) et retardées ($i > 0$), X_{t-k} l'ensemble des exogènes courantes et passées, et η un ensemble de paramètres estimés. Les fonctions f_j sont indépendantes du temps. Considérons, d'autre part, un critère :

$$\Omega = \sum_{j=1}^M (\tilde{y}_{jt} - y_{jt})^2$$

où \tilde{y}_{jt} est la valeur simulée du modèle (3) et y_{jt} la valeur observée.

Dans la mesure où l'information à priori est que η gouverne sensiblement la stabilité du modèle, il est naturel de rechercher les valeurs de η telles que Ω soit minimum. De cette façon nous aurons pris en

24. A.W. Phillips, « Stabilization Policy in a Closed Economy », *The Economic Journal*, juin 1954.

25. La notation $\dot{\Delta}Q$ représente le taux d'accroissement de Q , c'est-à-dire $\dot{\Delta}Q = (Q - Q_{-1}) / Q_{-1}$.

26. Voir P. Rouzier, *The Evaluation of Optimal Monetary and Fiscal Policies with a Macroeconomic Model for Belgium*, Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain, 1974 (non publiée).

considération toutes les interactions du système et nous aurons dérivé un ensemble de paramètres η impliquant une stabilité du modèle global. Les fonctions f_j étant non linéaires, la méthode de linéarisation de Holbrook ²⁷ serait certainement une méthode appropriée à cette situation.

L'hypothèse qui sous-tend la suggestion ci-dessus est que la procédure de S. Almon soit abandonnée (tout en permettant l'apparition de variables retardées dans les équations). En effet, il paraît difficile de concilier notre façon de procéder avec la présence de plusieurs coefficients α dans chaque équation. Toutefois, en faisant appel aux arguments avancés plus haut concernant la fiabilité des estimations, il ne nous paraît pas dénué d'intérêt de procéder à la minimisation de Ω sous la contrainte (3). Un avantage certain est que la structure du bloc des équations d'investissements n'a pas à être modifiée par l'incorporation de variables d'anticipations. Il reste toutefois que ces anticipations devraient, du moins à une étape ultérieure, être introduites explicitement dans CANDIDE.

Gérard GAUDET

et

Philippe ROUZIER,

Université du Québec à Montréal.

27. R. Holbrook, « An Approach to the Choice of Optimal Policy Using Large Econometric Models », *Bank of Canada Staff Research Studies*, n° 8, 1973.